ESTAmat® PFC
Bedienungsanleitung
Mounting Instructions
MV1161

VISHAY ELECTRONIC GMBH - Geschäftsbereich ROEDERSTEIN, ESTA und Hybride
Hofmark-Aich-Str. 36 – Telefon 0871 / 86-0 - Fax 0871 / 86 25 12 - D-84030 Landshut - Germany
www.vishay.com

Ausgabe Februar 2002 **Version 1.2.1**

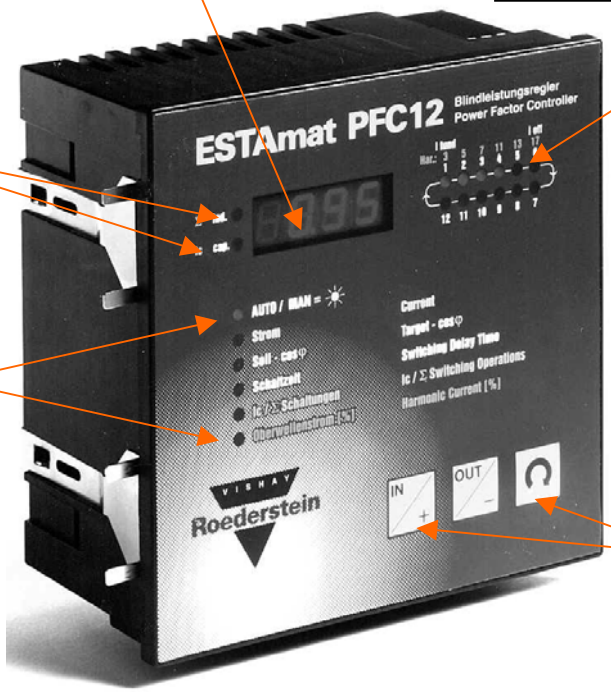
Issue February 2002
Document Number: 13125

Bedienungselemente

Anzeige
Ist-Werte, Störmeldungen und eingestellte Parameter.

Stufen LEDs
zugeschaltete Kondensatorstufen.
gelbe Beschriftung:
Grundwellenstrom **I fund** (LED**1**)
Effektivstrom **I eff** (LED **6**)
orange Beschriftung:
angezeigter Oberwellenstrom

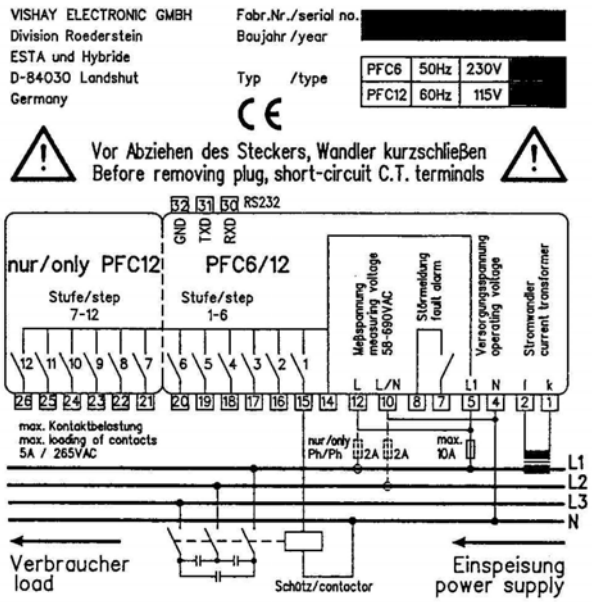
Regeltrendanzeige
"**ind**" und "**cap**":
Zu- oder Abschaltung von Stufen.
grüne Beschriftung:
wechselweise Anzeige
Stufenstrom "**Ic**"
Schaltungen "**Σ**"
(Stufen-LED 1 -12)



LED - Anzeigen
Der angewählte Modus bzw. Parameter

Tastenfeld

Anschlußschaltbild
(Reglerrückseite)



Issue February 2002
Document Number: 13125

Inhaltsverzeichnis

1. KURZANLEITUNG FÜR DIE INBETRIEBNAHME 3
1.1. EINSTELLUNGEN 3
1.2. MONTAGE UND ANSCHLUß DES ESTAMAT PFC 3
1.3. INBETRIEBNAHME 3
2. ALLGEMEIN 5
2.1. ESTAMAT PFC – ANWENDUNG UND FUNKTION 5
2.2. AUTOMATISCHE ERKENNUNG DER STROMWANDLEREINBAULAGE UND GRÖßE DER KONDENSATORSTUFE 5
2.3. C/K-WERT 5
2.4. KREISSCHALTUNG 5
2.5. OPTIMIERTES SCHALTVERHALTEN 6
2.6. GENERATORBETRIEB (4 QUADRANTENBETRIEB) 6
2.7. SCHALTZEIT 6
2.8. WIEDERZUSCHALTSPERRZEIT 6
2.9. OBERWELLENSTROM - EFFEKTIVSTROM 6
2.10. TEMPERATURMESSUNG 7
2.11. SUMMENSTROMWANDLER 7
2.12. PARALLELBETRIEB 8
2.13. SCHNITTSTELLE 8
3. ANSCHLUß DES ESTAMAT PFC 9
3.1. KLEMMENBELEGUNG 9
3.2. ALLGEMEINE ANSCHLUßHINWEISE 9
3.3. ANSCHLUßHINWEISE FÜR DEN STROMWANDLER 9
4. INBETRIEBNAHME 11
4.1. SICHTKONTROLLE 11
4.2. ÜBERPRÜFEN DER ANSCHLUßSPANNUNG 11
4.3. ÜBERPRÜFEN DER EINSTELLWERTE 11
4.4. INITIALISIERUNG : 12
4.4.1. Vollautomatische Initialisierung AU1 12
4.4.1.1. Teil 1 : Stromwandlereinbaulage 13
4.4.1.2. Teil 2 : Ermitteln der Kondensatorstufenströme 13
4.4.1.3. Speicherung der Wandlereinbaulage bei AU1 13
4.4.2. Halbautomatische Initialisierung AU2 14
4.4.3. Manuelle Initialisierung AU3 14
4.5. TESTBETRIEB 14
5. BEDIENUNG DES ESTAMAT PFC - HAUPTMENÜ 15
5.1. MODUS AUTO - REGELBETRIEB 15
5.2. MODUS MAN - MANUELLE BETRIEBSART 16
5.3. MODUS STROM , GELBE BESCHRIFTUNG 16
5.4. MODUS SOLL-COSφ 17
5.5. MODUS SCHALTZEIT 17
5.6. MODUS IC / ΣSCHALTUNGEN , GRÜNE BESCHRIFTUNG 18
5.7. MODUS OBERWELLENSTROM [%] , ORANGE BESCHRIFTUNG 18
6. PARAMETER: EINSTELLUNG UND ANZEIGEN 19
6.1. PARAMETER IM HAUPTMENÜ 19
6.2. PARAMETER IM EINSTELLMENÜ 19
6.2.1. Einstellmenü - Aufruf 19
6.2.2. Einstellmenü – Ändern der Parameter 19
6.2.3. Einstellmenü – Beenden und Abspeichern der Parameter 20
6.3. EINSTELLMENÜ – BESCHREIBUNG DER PARAMETER 21
6.3.1. Parameter -1-: Initialisierungsarten 21
6.3.2. Parameter -2-: Meßspannungsart 21
6.3.3. Parameter -3-: Meßspannungsanschluß 22
6.3.4. Parameter -4-: Schaltprogrammart 22
6.3.5. Parameter -5-: C/k-Wert 23
6.3.6. Parameter -6-: Stufenanzahl 24

6.3.7. Parameter -7-: Wiederzuschaltsperrzeit *24*
6.3.8. Parameter -8-: Zuschaltzeit *25*
6.3.9. Parameter -9-: Abschaltzeit *25*
6.3.10. Parameter -10-: Kreis- oder Reihenschaltung *25*
6.3.11. Parameter -11-: Feststufen *25*
6.3.12. Parameter -12-: Tastenbedienung verriegeln *26*
6.3.13. Parameter -13-: Funktion des Alarmrelais *26*
6.3.14. Parameter -14-: Abschalten der Kondensatorstufen bei Alarmmeldungen *27*
6.3.15. Parameter -15-: Grenztemperatur *27*
6.3.16. Parameter -16-: Stromfaktor Effektivstrom/Grundwellenstrom *27*
6.3.17. Parameter -17-: Grenzwerte für den Oberwellenstrom *28*
6.3.18. Parameter -18-: Stromwandlerübersetzungsverhältnis k *28*
6.3.19. Parameter -19-: Wartezeit für Stufenabschaltung bei ≡1 und ≡E *28*
7. FEHLERBEHEBUNG 29
7.1. BETRIEBS- UND FEHLERMELDUNGEN 29
7.2. ALLGEMEINE FEHLER 32
8. TECHNISCHE DATEN 33
8.1. MEßKREIS 33
8.2. STEUERKREIS 33
8.3. ÜBERWACHUNG 33
8.4. GERÄTEANSCHLUßWERTE 33
8.5. MECHANISCHER AUFBAU 34
9. FLUSSDIAGRAMM PARAMETER IM EINSTELLMENÜ 35

1. Kurzanleitung für die Inbetriebnahme

1.1. Einstellungen

Der **ESTAmat PFC** wird mit folgender Standardeinstellung ausgeliefert :

Versorgungsspannung : 230 VAC
Meßspannungsanschluß : Phase - Nulleiter
Frequenz : 50 Hz
Initialisationsart AU1 : vollautomatische Erkennung von
- Meßspannungsanschluß,
- Stromwandlereinbaulage und
- Größenverhältnis der angeschlossenen Kondensatorstufen.

1.2. Montage und Anschluß des ESTAmat PFC

Für die Montage des Reglers benötigen Sie einen Ausschnitt 138*138mm. Die beiliegenden Befestigungsfedern sind von der Geräterückseite soweit in die Schlitze einzuschieben, bis diese an der Schalttafel anstehen und einrasten.

Klemmen	Anschluß
1	Stromwandleranschluß **k (S1)**, X/5 A oder X/1 A
2	Stromwandleranschluß **l (S2)**, X/5 A oder X/1 A
4	Netzanschluß **N**, 230 VAC
5	Netzanschluß **L1**, 230 VAC
7, 8	potentialfreier Störmeldekontakt, Schließer
10	Meßspannung L oder N
12	Meßspannung L
15-20	Steuerausgänge für Schütze 1-6
21-26	Steuerausgänge für Schütze 7-12 (nur PFC12)

Bei Betrieb mit Normeinstellung gem. 1.1 kann die Meßspannung mit dem Netzanschluß verbunden werden, d.h. es sind Schaltbrücken von Klemme 4 nach 10 und von Klemme 5 nach 12 zu legen.

1.3. Inbetriebnahme

Nach dem Anlegen der Versorgungsspannung am **ESTAmat PFC** führt dieser einen **Selbsttest** durch. Angezeigt wird für etwa 2 Sekunden :

- die Programmversion z.B.: 1.2.1.
- die Initialisationsart z.B.: AU1 ***)**
- der eingestellte Soll-cosφ z.B.: 1.00
- die Schaltzeit z.B.: LoAd
- bei AU1 die Meßspannungsart z.B.: L-0 , muß in AU1 vom Benutzer auf L-L angepaßt werden, wenn die Meßspannung zwischen zwei Phasen abgegriffen wird. Siehe Kapitel 4.4. und 6.3.2.
- bei AU2 und AU3 den Meßspannungsanschluß z.B.: L1-0 , muß in AU2 und AU3 angepaßt werden, wenn Meßspannungsanschluß und Stromwandlereinbaulage abweichen. Siehe Kapitel 4.4. und 6.3.3.

***) bei AU3 zusätzlich :**

- das Schaltprogramm und Anzahl der belegten Relaisstufen z.B.: 1111 und mit LED ●●●●●●
- der C/k-Wert z.B.: 0.025

Bedingt durch die werkseitige Grundeinstellung wechselt der **ESTAmat PFC** in die vollautomatische Initialisierung AU1. Dies bedeutet, daß der Anwender keine weiteren Einstellungen tätigen muß.

Voraussetzung für den Start der vollautomatischen Initialisierung :

- Der Wandlersekundärstrom muß mindestens 25 mA betragen.
- Der Strom des kleinsten angeschlossenen Kondensators muß auf der Wandlersekundärseite im Bereich von 0,025 bis 1,00 A liegen.

Ablauf der vollautomatischen Initialisierung :

Displayanzeige	Funktion
AU1 -1- bis -5- no	Der Regler schaltet beginnend von Stufe 1 solange Stufen zu, bis aufgrund der Stromänderungen die Einbaulage ermittelt werden kann. Die Versuche werden gezählt und ausgewertet. Erst bei 5 aufeinanderfolgenden Versuchen mit gleichem Resultat wird die Wandlereinbaulage festgelegt. Der Regler beginnt mit dem Zählerstand -1- und endet im Normalfall nach 5 Versuchen mit -5-. Bei ungünstigen Netzverhältnissen kann der Zählerwert jedoch wieder kleiner werden. Sollte der Wert -3- nicht erreicht werden, empfiehlt sich die Einstellung AU2 oder AU3. Siehe hierzu Kapitel 6.3.1. Mit der wechselnden Anzeige AU1 und no zeigt der Regler an, daß schon ein Korrekturwert für die Stromwandlereinbaulage gespeichert ist. Der Regler beginnt nach Ablauf der Wiederzuschaltsperrzeit mit AU2. Siehe hierzu Kapitel 4.4.1.3. Eine aktivierte Wiederzuschaltsperrzeit für eine Stufe wird durch einen blinkenden Dezimalpunkt angezeigt.

Nachdem die Stromwandlereinbaulage ermittelt worden ist, werden die Ströme bzw. Leistungen der Kondensatorstufen bestimmt.

Displayanzeige	Funktion
AU2 2.1 bis 2.3	Der Regler schaltet beginnend von Stufe 1 jede Stufe **einzeln** kurz ein und sofort wieder aus (PFC6 : 6 Stufen, PFC12: 12 Stufen). Der Vorgang wiederholt sich 3 mal.

Im Idealfall hat der **ESTAmat PFC** die Initialisierung nach ca. 5 Minuten erfolgreich abgeschlossen, die Anlagenkonfiguration korrekt ermittelt und zeigt nun den aktuellen Leistungsfaktor an.

Zeigt das Display eines der folgenden Symbole, kann dies folgende Ursache haben :

Displayanzeige	Ursache	Abhilfe
≡I	Der Meßstrom ist kleiner als 25 mA.	Wandlerstromkreis überprüfen
≡O	Der Meßstrom ist größer als 5,3A.	Stromwandlerübersetzungs-verhältnis ist zu klein
≡U	Die Meßspannung fehlt.	Regleranschluß überprüfen
≡AU1	AU1 konnte nicht fehlerfrei durchgeführt werden. Mögliche Ursachen : schnelle Lastwechsel, Kompensationsleistung zu gering, Last zu niedrig	AU2 einstellen . Siehe Kapitel 6.3.1.
≡AU2	AU2 konnte nicht fehlerfrei durchgeführt werden. Mögliche Ursachen : schnelle Lastwechsel, Kondensatorstufen schalten nicht.	AU3 einstellen . Siehe Kapitel 6.3.1.
SLE	Die Fehler ≡AU1 oder ≡AU2 sind 5 mal in Folge aufgetreten. Erst bei grundlegender Laständerung wird dieser Zustand verlassen..	AU3 einstellen . Siehe Kapitel 6.3.1.

Standardmäßig ist ein Soll-Leistungsfaktor von 1,00 vorgegeben.

2. Allgemein

2.1. ESTAmat PFC – Anwendung und Funktion

Der **ESTAmat PFC** kann überall dort eingesetzt werden, wo eine automatische Regelung des Leistungsfaktors benötigt wird. Alle Funktionen des **ESTAmat PFC** werden von einem Mikroprozessor gesteuert. Eine Schutzeinrichtung (Watchdog) überwacht permanent den Prozessor auf fehlerfreie Funktion. Es gibt keine internen Zeit- oder Datumsfunktionen.

Die Meßgrößen Strom und Spannung werden über einen 50/60Hz Bandpaßfilter geführt. Im Netz vorhandene Oberschwingungen haben somit auf die Messung keinen Einfluß. Beide Meßeingänge sind potentialfrei. Die Meßspannung soll im Bereich von 58V-690V liegen und kann wahlweise zwischen Phase-Nulleiter oder Phase-Phase angeschlossen werden. Der Strommeßbereich liegt zwischen 25mA und 5A. Eine Unterscheidung zwischen X/1A oder X/5A Stromwandler ist nicht erforderlich.

Ein Meßzyklus dauert 0,5 Sekunden und beinhaltet die Erfassung der Meßwerte, Berechnung aller benötigten Kennwerte, wie z.B.: Leistungsfaktor, Strom, Oberwellenstrom usw. und, falls erforderlich, die Vorbereitung von bestimmten Aktionen, z.B.: Schalten von Stufen, Alarmmeldungen usw.

2.2. Automatische Erkennung der Stromwandlereinbaulage und Größe der Kondensatorstufe

Der **ESTAmat PFC** ist in der Lage während der Inbetriebnahme mit Hilfe von Testschaltungen die Stromwandlereinbaulage und die Größe der angeschlossenen Kondensatorstufen selbst zu bestimmen.

Drei Arten der Initialisierung sind möglich:

- **Vollautomatische Initialisierung** AU1
  Der **ESTAmat PFC** ermittelt die Einbaulage des Stromwandlers, die Leistung und Anzahl der Kondensatorstufen und das Schaltprogramm.
- **Halbautomatische Initialisierung** AU2
  Der **ESTAmat PFC** ermittelt, nach Vorgabe der Stromwandlereinbaulage, die Leistung und Anzahl der Kondensatorstufen und das Schaltprogramm.
- **Manuelle Initialisierung** AU3
  Die Stromwandlereinbaulage, die Leistung und Anzahl der Kondensatorstufen sowie das Schaltprogramm müssen vom Anwender eingestellt werden.

2.3. C/k-Wert

Der C/k-Wert ist der Ansprechwert des Blindleistungsreglers **ESTAmat PFC**. Der Wert steht für die Blindstromansprechschwelle des Reglers in Ar (ampere reactif). Überschreitet der Blindstromanteil der Last den eingestellten C/k-Wert, wird dies durch eine der beiden Regeltrend-Leuchtdioden ("**ind**" oder "**cap**") angezeigt. Die Berechnung des C/k-Wertes ist in Kapitel 6.3.5 beschrieben.

2.4. Kreisschaltung

Bei der Kreisschaltung werden die Kondensatoren, die zuerst eingeschaltet wurden, auch als erste wieder abgeschaltet. Die Schaltung erfolgt nach dem FIFO-Prinzip (First-IN-First-OUT). Erfolgt die Zuschaltung in der Reihenfolge 1-2-3-4-5, werden die Kondensatoren in der gleichen Reihenfolge 1-2-3-4-5 wieder abgeschaltet.

Die Kreisschaltung verteilt die Belastung gleichmäßig auf alle Bauteile wie Schütze und Kondensatoren. Ein weiterer Vorteil ist, daß eine einmal abgeschaltete Kondensatorstufe bis zu ihrer Wiederzuschaltung genügend Zeit zum Entladen hat.

Die Vorteile der Kreisschaltung gelten auch für die sogenannten Pendelschaltprogramme. Wird z.B. die Regelreihe 1:2:2:2:2:2 angewandt, so werden die "2er"-Stufen ebenfalls nach dem Kreisschaltungsprinzip zugeschaltet. Die "1er"-Stufe wird dann lediglich zur Feinabstufung verwendet. Bei den Schaltprogrammen mit gleichen Pendelstufen z.B. 1:1:2:2:4 werden die gleich großen Pendelstufen (1:1 bzw. 2:2) ebenfalls wechselweise geschaltet.

2.5. Optimiertes Schaltverhalten

Der **ESTAmat PFC** mißt permanent die Blindleistungsanforderungen bzw. Änderungen des Blindleistungsbedarfs und schaltet aufgrund des optimierten Schaltverhaltens immer die größtmögliche Kondensatorstufe. Bei einer Regelanlage mit z. B. 25 : 25 : 50 : 50 : 50 kvar wird bei einem Blindleistungsbedarf von mindestens 50 kvar sofort eine 50kvar-Stufe zugeschaltet und nicht schrittweise über die 25kvar-Stufe. Damit wird die Anzahl der Schaltungen reduziert und die Lebensdauer der Kondensatoren und Schütze erhöht.

2.6. Generatorbetrieb (4 Quadrantenbetrieb)

Die zunehmende Nutzung von regenerativen Energiequellen (wie z.B. Windkraft, Sonnenenergie, Biogas) und Wärmekraftkopplungen, aber auch die Verwendung von Notstromversorgungen, fordern von modernen Blindleistungsreglern auch eine einwandfreie Funktion bei Rückspeisung von Wirkleistung ins allgemeine Versorgungsnetz (Generatorbetrieb). Der **ESTAmat PFC** kann sowohl bei Energiebezug als auch Energierückspeisung die induktive Blindleistung korrekt erfassen und auskompensieren.

2.7. Schaltzeit

Die Zeit beginnend vom Aufleuchten einer der Regeltrend-Leuchtdioden ("**ind**","**cap**") bis zum Schalten von Kondensatorstufen wird als Schaltzeit definiert. Die Schaltzeit kann vom **ESTAmat PFC** lastabhängig ermittelt oder vom Anwender fest vorgegeben werden.

2.8. Wiederzuschaltsperrzeit

Die Zeit vom Abschalten einer bestimmten Stufe bis zum frühestmöglichen Wiederzuschalten wird als Wiederzuschaltsperrzeit definiert. Beim **ESTAmat PFC** beträgt diese Wiederzuschaltsperrzeit 20, 60, 180 oder 300 Sekunden. Diese Zeit ist erforderlich, um die nach dem Abschalten vorhandene Spannung am Kondensator auf ein vertretbares Niveau zu reduzieren. Die Wiederzuschaltsperrzeit ist entsprechend der vorhandenen Entladeeinrichtung auszuwählen. Die Zuschaltung darf erst dann erfolgen, wenn die Restspannung kleiner 10% der Betriebsspannung ist.

2.9. Oberwellenstrom - Effektivstrom

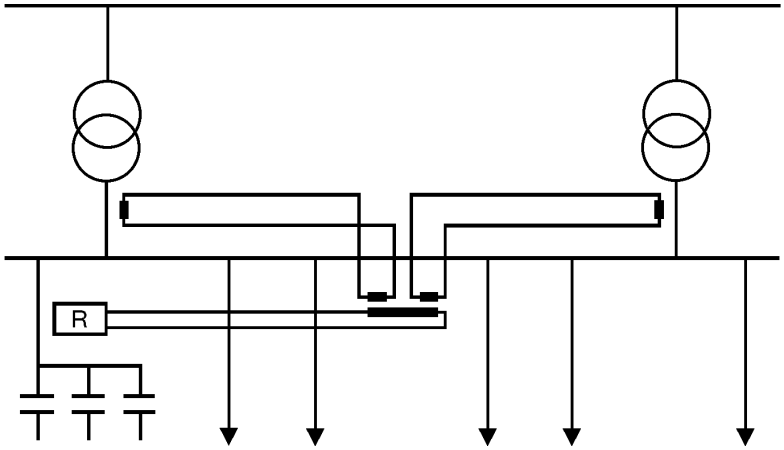
Mit Hilfe der FFT-Analyse (**F**ast-**F**ourier-**T**ransformation) kann der **ESTAmat PFC** Oberwellenströme der 3., 5., 7., 11., 13., 17. und 19. Harmonischen ermitteln. Die Darstellung erfolgt in Prozent mit Bezug auf den Strom der Grundfrequenz. Angezeigt werden am Regler die

Prozentwerte bis zur 17.Harmonischen. Sind Oberwellenerzeuger vorhanden und liegt die Resonanzfrequenz zwischen Kompensationsanlage und Netztransformator auf einer typischen Oberwellenfrequenz steigt der Prozentanteil dieser Harmonischen überdurchschnittlich an. Mit Hilfe von verschiedenen Grenzwertprofilen kann dadurch eine Alarmfunktion aktiviert werden. Dies sind z.B. Meldung über Alarmrelais oder eine optische Signalisierung.
Der Effektivstrom wird rechnerisch aus der Kurvenform des Stromes ermittelt. Nichtlineare Verbraucher verzerren die Sinusform des Stromes. Grundwellenstrom und Effektivstrom haben bei Oberwellenbelastung unterschiedliche Werte. Je höher der Oberwellenanteil ist, um so größer ist die Abweichung Grundwellenstrom-Effektivwert. Ein Faktor, der aus diesen beiden Werten gebildet wird, stellt ein Maß für die Oberwellensituation dar und kann mit Hilfe von einstellbaren Grenzwerten für die Alarmfunktion abgefragt werden.

2.10. Temperaturmessung

Über einen internen Temperatursensor kann der **ESTAmat PFC** permanent die Umgebungstemperatur erfassen. Obwohl der Sensor geräteintern angeordnet ist, kann diese Erfassung über die vorhandenen Lüftungsschlitze und die damit verbundene Luftzirkulation mit ausreichender Genauigkeit durchgeführt werden. Bei Schaltschrankeinbau besteht somit die Möglichkeit die Schrankinnentemperatur zu überwachen. Über einstellbare Grenzwerte kann eine Alarmfunktion aktiviert werden.

2.11. Summenstromwandler

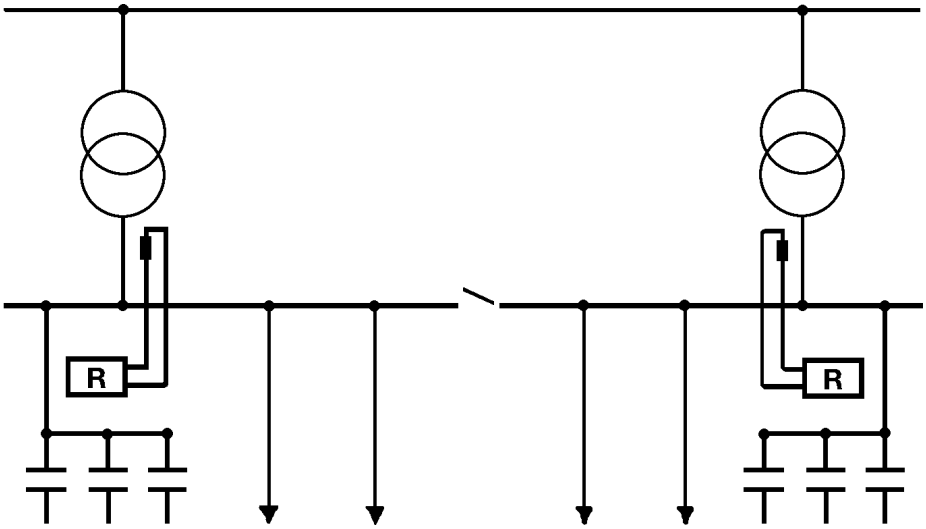


Bei Einspeisung von mehreren Transformatoren auf eine Niederspannungsschiene müssen die Ströme der Transformatoren mit Stromwandler gemessen und über Summenstromwandler addiert werden. Dabei ist besonders auf die richtige Polung zu achten, da sich ansonsten die Ströme der einzelnen Wandler subtrahieren.

Die Berechnung des C/k-Wertes ist in Punkt 6.3.5 beschrieben. Zu beachten ist jedoch, daß die Übersetzungsverhältnisse der einzelnen Stromwandler zu addieren sind.

k = k1 + k2 + k3 ... **k = ∑Stromwandler-Übersetzungsverhältnisse**

2.12. Parallelbetrieb



Werden 2 Netzabschnitte mit jeweils eigenständiger Regelanlage zusammen geschaltet, so beeinflussen sich die zwei Regler, da sich die Ströme über beide Transformatoren aufteilen. Damit es hierbei zu keinem Pendeln der beiden Regler kommt, sollten die C/k-Werte unterschiedlich eingestellt werden. Es kommt zu einem sogenannten "führend-folgt"-Verhalten, da beide Regler unterschiedlich schnell reagieren. Der Regler mit dem niedrigeren C/k-Wert schaltet schneller als der mit dem höheren Wert.
Die Soll-cosφ-Werte beider Regler sollten gleich sein. Ansonsten würde der Regler mit dem höheren Vorgabewert versuchen, Stufen zuzuschalten, während der Regler mit dem niedrigeren Wert darauf sofort wieder Stufen abschaltet. Damit würde ebenfalls ein unerwünschtes Pendeln zwischen Zu- und Abschaltvorgängen entstehen.

2.13. Schnittstelle

Der **ESTAmat PFC** ist mit einer seriellen Schnittstelle **RS232** ausgerüstet. Mit Hilfe eines PC können alle relevanten Meßwerte und Reglerdaten abgefragt werden. Ebenfalls können alle Reglerparameter über PC verändert werden. Die PC-Software sowie das Verbindungskabel **ESTAmat PFC** - PC können auf Wunsch bezogen werden.

3. Anschluß des ESTAmat PFC

3.1. Klemmenbelegung

Der Anschluß erfolgt über einen verschraubbaren 20-poligen Stecker. Beim **ESTAmat PFC12** ist zusätzlich noch ein 6-poliger Stecker für die Stufen 7 bis 12 vorhanden. Die Anschlüsse sind auch auf der Rückseite des Reglers dargestellt.

Belegung des Steckers:

Klemmen	Anschluß
1	Stromwandleranschluß **k (S1)**, X/5 A oder X/1 A
2	Stromwandleranschluß **l (S2)**, X/5 A oder X/1 A
4	Netzanschluß **N**, 230 VAC
5	Netzanschluß **L1**, 230 VAC
7, 8	potentialfreier Störmeldekontakt, Schließer
10	Meßspannung L oder N
12	Meßspannung L
15-20	Steuerausgänge für Schütze 1-6
21-26	Steuerausgänge für Schütze 7-12 (nur PFC12)

3.2. Allgemeine Anschlußhinweise

1. Der Regler ist intern mit einer Feinsicherung 100 mA (Glasrohrsicherung 5 x 20 mm) abgesichert. Diese Sicherung ist von außen nicht zugänglich.

2. Die Größe der externen Sicherung richtet sich nach der Stromaufnahme der angeschlossenen Schütze. Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß ein einzelner Steuerkontakt zwar mit maximal 5 A belastet werden darf, jedoch der Wert von 10 A für die externe Sicherung nicht überschritten wird.

3. Im Normalfall ist die Meßspannung mit der Betriebsspannung identisch, d.h. die Klemmen 4-10 und 5-12 sind mit Drahtbrücken zu verbinden. Sollten Meßspannung und Betriebsspannung getrennt angeschlossen werden, so sind die beiden Anschlüsse 10 und 12 jeweils mit einer flinken 2A Sicherung zu schützen.

4. Alle Steuerkontakte, außer dem Störmeldekontakt (7 und 8), sind mit einer Funkenlöschkombination (RC-Glied) überbrückt. Die Impedanz des RC-Gliedes beträgt 30 kΩ bei 50 Hz.

5. Bei Kondensatoren mit vormontierten Entladewiderständen kann die nötige Entladezeit 60 oder 180 Sekunden betragen. Diese Entladezeit ist vor dem Zuschalten einer Stufen unbedingt einzuhalten. Eventuell muß die Wiederzuschaltsperrzeit am ESTAmat PFC (Parameter 7) verändert werden.

3.3. Anschlußhinweise für den Stromwandler

1. Bei ungleicher Phasenbelastung sollte der Stromwandler in der am höchsten belasteten Phase eingebaut werden.

2. Der Stromwandler ist so einzubauen, daß durch ihn der gesamte nachgeordnete Verbraucherstrom einschließlich dem der Kondensatoren fließt. Dies ist in der Regel unmittelbar nach dem Einspeisetransformator und hinter dem Tarifzähler-Meßsatz.

3. Für das Wandleranschlußkabel ist bei einer Entfernung bis zu 10 Meter ein Leitungsquerschnitt von mindestens 2,5 mm² vorzusehen. Bei längeren Zuleitungen muß ein höherer Leitungsquerschnitt oder ein Stromwandler mit einer höheren Leistung verwendet werden.

4. Kann ein bereits vorhandener Stromwandler mit benützt werden, so sind die Strompfade der einzelnen Geräte immer in Reihe mit dem **ESTAmat PFC** zu schalten. Es ist auch auf ausreichende Leistung der Stromwandler zu achten.

5. Das Übersetzungsverhältnis des Stromwandlers sollte dem tatsächlichen Stromverbrauch eines Betriebes angepaßt sein. Bei einem überdimensionierten Stromwandler erhält der **ESTAmat PFC** ein zu kleines Meßsignal und regelt deshalb entweder ungenau oder überhaupt nicht, indem die Störung "Unterstrom ≡*I*" signalisiert wird.

6. Der C/k-Wert wird beim **ESTAmat PFC** in den Initialisierungsarten *AUI* und *AU2* automatisch eingestellt. Es muß jedoch darauf geachtet werden, daß der Strom der kleinsten Kondensatorstufe auf der Wandlersekundärseite im Bereich von 0.025 bis maximal 1,5 A liegt.

7. Bei mehreren Einspeisungen ist ein Summenstromwandler erforderlich. In diesem Fall ist **unbedingt** auf korrekten Anschluß der Klemmen **k (S1)** und **l (S2)** der einzelnen Stromwandler zu achten.

Hinweis für den Austausch des Reglers :

Bei Arbeiten am Stromwandlersekundärkreis (z.B. beim Ausbau des ESTAmat PFC) ist stets darauf zu achten, daß die sekundärseitigen Stromwandlerklemmen kurzgeschlossen sind und dies auch bis zum Abschluß der Arbeiten (etwa Wiedereinbau des Reglers) bleiben.

4. Inbetriebnahme

Im folgenden sind die zu betätigenden Tasten als dunkel unterlegt gekennzeichnet.

Zum Beispiel: bedeutet, daß die Taste **IN** zu drücken ist. Die Anzeige **----** symbolisiert eine erkannte Tastenbedienung, weitere Tastenbedienung ist nicht mehr erforderlich.

4.1. Sichtkontrolle

Nach Abschluß der Einbauarbeiten sollten nochmals alle Anschlüsse des Hauptstromkreises und die Anschlußklemmen der Steuerleitungen, sowie die Schrauben zur Fixierung der Steckleiste kontrolliert werden.

4.2. Überprüfen der Anschlußspannung

Betriebsspannung und Frequenz sind mit den Angaben auf dem Typenschild auf der Reglerrückseite zu kontrollieren!
230 V oder 120 V? - 50 Hz oder 60 Hz ?

4.3. Überprüfen der Einstellwerte

Beim Anlegen der Versorgungsspannung wird für jeweils 2 Sekunden angezeigt:

- die Programmversion z.B.: **1.2.1.**
- die Initialisationsart z.B.: **AUI *)**
- der eingestellte Soll-cosφ z.B.: **1.00**
- die Schaltzeit z.B.: **LoAd**
- bei **AUI** die Meßspannungsart z.B.: **L-0** , muß in **AUI** vom Benutzer auf **L-L** angepaßt werden, wenn die Meßspannung zwischen zwei Phasen abgegriffen wird. Siehe Kapitel 4.4. und 6.3.2.
- bei **AU2** und **AU3** den Meßspannungsanschluß z.B.: **L1-0** , muß in **AU2** und **AU3** angepaßt werden, wenn Meßspannungsanschluß und Stromwandlereinbaulage abweichen. Siehe Kapitel 4.4. und 6.3.3.

***) bei AU3 zusätzlich :**

- das Schaltprogramm und Anzahl der belegten Relaisstufen z.B.: **1111**
- der C/k-Wert z.B.: **0.025**

Der **ESTAmat PFC** wird mit folgender Standardeinstellung ausgeliefert :

Initialisationsart : **AUI**
Soll-cosφ : **1.00**
Schaltzeit : **LoAd**
Wiederzuschaltsperrzeit : **20**
Verriegelung der Tasten : **no** (nicht aktiviert)

Sollte der **ESTAmat PFC** zuvor auf Handbetrieb umgestellt worden sein, schaltet der Regler nach Wiederkehr der Versorgungsspannung automatisch auf Handbetrieb. Es werden alle Kondensatorstufen, die vorher eingeschaltet waren, unter Berücksichtigung der Wiederzuschaltsperrzeit, zugeschaltet.

Mit Hilfe der Taste

kann das Zuschalten der Stufen abgebrochen werden.

4.4. Initialisierung :

Der Regler bietet drei Arten der Initialisierung :

- Vollautomatische Initialisierung AUI (= Standardeinstellung)
  Der **ESTAmat PFC** ermittelt die Einbaulage des Stromwandlers, die Leistung und Anzahl der Kondensatorstufen und das Schaltprogramm. Vom Anwender ist nur die Meßspannungsart Phase-Phase L-L oder Phase-Nulleiter L-0 einzustellen. (Siehe 6.3.1 und 6.3.2).

- Halbautomatische Initialisierung AU2
  Der **ESTAmat PFC** ermittelt, nach Vorgabe der Stromwandlereinbaulage, die Leistung und Anzahl der Kondensatorstufen und das Schaltprogramm.

- Manuelle Initialisierung AU3
  Die Stromwandlereinbaulage, die Leistung und Anzahl der Kondensatorstufen sowie das Schaltprogramm müssen vom Anwender eingestellt werden.

Bei der Auslieferung ist die vollautomatische Initialisierung AUI eingestellt, welche im Regelfall anzuwenden ist. Bei starken Schwankungen im Verbrauchernetz ist es möglich, daß eine vollautomatische Initialisierung nicht erfolgreich ist. Für diesen Fall steht die halbautomatische AU2 oder manuelle Initialisierung AU3 zur Verfügung. Die Initialisierungsart ist als Parameter -I- abgespeichert (Punkt 6.3.1).

Wie die Initialisierungsart geändert werden kann, ist in Punkt 6.2 und 6.3.1 beschrieben.

4.4.1. Vollautomatische Initialisierung AUI

Bei dieser Initialisierungsart kann der Stromwandler in einer beliebigen Phase eingebaut sein. Der Anschluß des Stromwandlers **k/l (S1/S2)** und der Meßspannung ist beliebig. Einzustellen ist die Meßspannungsart Phase-Phase L-L oder Phase-Nulleiter L-0 (=Standardeinstellung). Siehe hierzu Punkt 6.2 und 6.3.2.
Beim Anlegen der Versorgungsspannung werden, wie in Punkt 4.3. beschrieben, die Einstellwerte angezeigt.

Die Vollautomatische Initialisierung AUI besteht aus :
- **Teil 1 : Ermittlung der Stromwandlereinbaulage und**
- **Teil 2 : Erfassung der Kondensatorstufenströme**

4.4.1.1. Teil 1 : Stromwandlereinbaulage

Zuerst ist die eingestellte Wiederzuschaltsperrzeit wirksam. Während dieser Zeit wird AUI angezeigt und ein Dezimalpunkt blinkt. Wenn wechselweise AUI und no angezeigt wird, bedeutet dies, daß noch eine Stromwandlereinbaulage aus einer früheren Anwendung gespeichert ist. Siehe hierzu Punkt 4.4.1.3. Falls dies nicht der Fall ist, schaltet der **ESTAmat PFC**, nach Ablauf der Wiederzuschaltsperrzeit und in Abhängigkeit von den Netzverhältnissen, Kondensatorstufen mehrmals zu und wieder ab. Die Anzahl der durchgeführten Schaltzyklen wird jeweils nach dem Abschalten der letzten Stufe angezeigt. Diese Zahl kann Werte zwischen -0- und -5- annehmen. Bei einem Wert von -5- ist der Teil 1 der Initialisierung beendet.

Wird nach einer größeren Anzahl von Schaltungen ein Wert kleiner oder gleich 2 angezeigt, empfiehlt sich die Wahl der halbautomatischen Initialisierung AU2 bzw. der manuellen Initialisierung AU3.

Verursachen Laständerungen während der Meßperiode falsche Ergebnisse, wird ≡AUI angezeigt und das Ergebnis der Messung verworfen. Sollte bei der Initialisierung durch besondere Netzverhältnisse eine eindeutige Erfassung der Anschlußart nicht möglich sein, werden unter Einhaltung der Wiederzuschaltsperrzeit bis zu fünf weitere Versuche durchgeführt. Nach fünf aufeinanderfolgenden Fehlversuchen ≡AUI schaltet der Regler in einen Wartestatus und beginnt erst dann wieder mit der Initialisierung, wenn die Lastverhältnisse sich grundlegend verändert haben. Der Wartestatus wird mit den Buchstaben SLE (Sleep) angezeigt.

Auch hier empfiehlt sich die Wahl der halbautomatischen Initialisierung AU2 bzw. der manuellen Initialisierung AU3.

4.4.1.2. Teil 2 : Ermitteln der Kondensatorstufenströme

Zunächst ist die eingestellte Wiederzuschaltsperrzeit wirksam. Während dieser Zeit wird AU2 angezeigt und ein Dezimalpunkt blinkt. Bei der Ermittlung der Kondensatorstufenströme werden einzeln der Reihe nach 6 (bzw.12) Stufen ein- und ausgeschaltet. Dieser Vorgang wird dreimal wiederholt. Der jeweilige Schaltzyklus wird mit 2.1, 2.2 und 2.3 angezeigt. Die gemessenen Blindstromänderungen werden als Stufenströme gespeichert. Nach Abschluß der Initialisierung wird in den Automatikbetrieb des Reglers gewechselt und der aktuelle Leistungsfaktor angezeigt.

Sollte eine Störung auftreten, z.B.: Meßspannung fehlt ≡U, Meßstrom zu klein ≡I oder Meßstrom zu groß ≡0, wird die Initialisierung unterbrochen. Eine Beseitigung der Fehlerursache wird vom Regler erkannt und die Initialisierung wird automatisch neu gestartet.

4.4.1.3. Speicherung der Wandlereinbaulage bei AUI

Wenn im Automatikbetrieb der eingestellte Soll-Leistungsfaktor erstmalig erreicht ist, wird die Einbaulage des Stromwandlers permanent abgespeichert. Sollte dies der Fall sein, wird immer unmittelbar nach Anlegen der Versorgungsspannung am **ESTAmat PFC** für die Dauer der Wiederzuschaltsperrzeit wechselweise AUI und no angezeigt. Anschließend führt der **ESTAmat PFC** Teil2 AU2 (Punkt 4.4.1.2) durch.

Eine abgespeicherte Stromwandlereinbaulage kann gelöscht werden, wenn während der wechselweisen Darstellung von AU1 und no die Anzeige auf AU1 und YES umgestellt wird.

Dies kann mit Hilfe der Tasten oder erfolgen.

Der gewählte Wert wird mittels der Taste bestätigt.

no : Der **ESTAmat PFC** übernimmt die gespeicherte Stromwandlereinbaulage und beginnt mit Teil 2 = Bestimmen der Kondensatorstufenströme

YES : Der **ESTAmat PFC** löscht die gespeicherte Stromwandlereinbaulage und führt Teil 1 und Teil 2 der Initialisierung AU1 aus.

4.4.2. Halbautomatische Initialisierung AU2

Die halbautomatische Initialisierung AU2 sollte gewählt werden, wenn wegen starker Laständerungen eine vollautomatische Initialisierung zu einem unbefriedigendem Ergebnis führte. Es ist darauf zu achten, daß der Phasenanschluß der Meßspannung explizit angegeben werden muß. Siehe hierzu Punkt 6.2. und 6.3.3.

Die Initialisierung läuft entsprechend Teil 2 der Initialisierung AU1 (Punkt 4.4.1.2) ab.

4.4.3. Manuelle Initialisierung AU3

Bei der manuellen Initialisierung AU3 muß der Anwender:

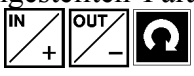
- den Meßspannungsanschluß (Parameter -3-, Punkt 6.3.3.),
- die Schaltprogrammart (Parameter -4-, Punkt 6.3.4.),
- den C/k-Wert (Parameter -5-, Punkt 6.3.5.) und
- die Stufenanzahl (Parameter -6-, Punkt 6.3.6.) einstellen.

Der Vorgehensweise zum Einstellen der Parameter ist in 6.2. beschrieben.

Bei der Erstinbetriebnahme müssen die Parameter -4- und -5- überprüft werden. Hierzu sind die Parameter im Einstellmenü anzuwählen und gegebenenfalls anzupassen. Wird dies nicht beachtet, erscheint im Display das Symbol ≡PAr und der Regler wechselt nach 2 Sekunden in das Einstellmenü des betreffenden Parameters.

Mit Hilfe des C/-kWertes, der Stufenanzahl und des Schaltprogrammes werden die Ströme der Kondensatorstufen berechnet. Diese Werte werden während des Regelbetriebes nicht verändert.

4.5. Testbetrieb

Bei der Inbetriebnahme des Reglers kann **bei fehlendem Meßstrom, Anzeige ≡I oder fehlender Meßspannung, Anzeige ≡U** der Testmodus aktiviert werden. Mit Hilfe des Testmodus können über die Handschaltung Stufen geschaltet werden. Bei AU1 und AU2 werden automatisch das Schaltprogramm 1:1:1:1, der C/k-Wert 0,05 und die jeweils maximale Stufenanzahl gesetzt. Nur bei AU3 werden die bereits eingestellten Parameter (4, 5 und 6) beibehalten. Der Testmodus wird mit Hilfe der Tastenbedienung  aktiviert. Das Display zeigt wechselweise den gewählten Menüpunkt und tESt. Zum Deaktivieren des Testmodus muß die Versorgungsspannung des ESTAmat unterbrochen werden. Dies kann z.B. durch kurzzeitiges Ausdrehen der Steuersicherung der Kompensationsanlage erreicht werden.

5. Bedienung des ESTAmat PFC - Hauptmenü

Im folgenden sind die zu betätigenden Tasten als dunkel unterlegt gekennzeichnet.

Zum Beispiel:

bedeutet, daß die Taste **IN** zu drücken ist. Die Anzeige **- - - -** symbolisiert eine erkannte Tastenbedienung, weitere Tastenbedienung ist nicht mehr erforderlich.

Auf der Frontplatte des ESTAmat PFC sind 6 Hauptmenüpunkte angeordnet. Mit Hilfe dieses Hauptmenüs können wichtige Regelparameter, Meßwerte und Regeleigenschaften abgefragt bzw. eingestellt werden.

Mit Hilfe der Taste

kann der entsprechende Menüpunkt angewählt werden.

Die Werte können mit der Taste

verringert oder

erhöht werden.

Der gewählte Wert wird mittels der Taste

abgespeichert.

Wenn einer der folgenden Menüpunkte **Strom**, **Soll-cosφ**, **Schaltzeit**, **Ic/ΣSchaltungen** oder **Oberwellenstrom** angewählt ist, und erfolgt während einer Zeitdauer von 30 Sekunden keine Tastenbedienung, so schaltet der **ESTAmat PFC** in den **AUTO**-Modus

5.1. Modus AUTO - Regelbetrieb

Im Automatikbetrieb werden die Kondensatoren in Abhängigkeit vom Blindleistungsbedarf automatisch zu- oder abgeschaltet. Das Display zeigt den aktuellen Leistungsfaktor. Ein Minuszeichen vor dem Leistungsfaktor zeigt, daß dieser kapazitiv ist.

Für Prüfzwecke ist während des Automatikbetriebs eine Zu- oder Abschaltung von Kondensatoren per Hand jederzeit möglich:

Mit der Taste

können Stufen zugeschaltet werden.

Mit der Taste

werden Stufen abgeschaltet.

Wenn der Dezimalpunkt im Display blinkt, ist noch die Wiederzuschaltsperre wirksam. Die Tastenbedienung wird jedoch gespeichert, und die Kondensatorstufe nach Ablauf der Wiederzuschaltsperrzeit eingeschaltet.

5.2. Modus MAN - manuelle Betriebsart

In der manuellen Betriebsart ist die automatische Regelung unwirksam, d. h. es werden keine Kondensatorstufen geschaltet. Der **MAN**-Betrieb kann aus jedem beliebigen Modus angewählt werden.

Um den **MAN**-Betrieb zu aktivieren muß die Taste

solange gedrückt

werden, bis das Display nach ca. 5 Sekunden **8888** angezeigt. Angezeigt wird der **MAN**-Betrieb durch die blinkende LED **AUTO**.

Im **MAN**-Betrieb ist das manuelle Zu- oder Abschalten von Kondensatoren möglich:

Mit der Taste

können Stufen zugeschaltet werden.

Mit der Taste

werden Stufen abgeschaltet.

Wenn der Dezimalpunkt im Display blinkt, ist noch eine Wiederzuschaltsperrzeit wirksam. Die Tastenbedienung wird jedoch gespeichert, und die Kondensatorstufe nach Ablauf der Wiederzuschaltsperrzeit eingeschaltet.

Der **MAN**-Betrieb kann mit der Taste

deaktiviert werden.

Der **MAN**-Betrieb bleibt auch nach einer Spannungsunterbrechung erhalten. Der Regler schaltet nach Spannungswiederkehr selbsttätig wieder in den **MAN**-Betrieb. Kondensatoren, die vor der Spannungsunterbrechung eingeschaltet waren, werden unter Berücksichtigung der Wiederzuschaltsperrzeit erneut zugeschaltet.

Durch Bedienung der Taste

kann das Zuschalten der Stufen abgebrochen werden.

5.3. Modus Strom , gelbe Beschriftung

Angezeigt wird der Scheinstrom in Ampere.

Mit Hilfe der Taste

kann der Stromeffektivwert und

mit

der Grundwellenstrom angewählt werden.

Die Anwahl wird mit Hilfe der Stufen-LED **1** und **6** angezeigt. Die Beschriftung **I fund** definiert den Grundwellenstrom, **I eff** den Stromeffektivwert

Ifund : Stromwert der Netzfrequenz 50 oder 60 Hz
Ieff : Stromwert aus der Netzfrequenz und den Oberwellenanteilen.

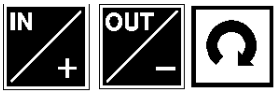
Mit Hilfe des Parameters **-18-** kann das Stromwandlerübersetzungsverhältnis eingestellt werden. (Siehe hierzu Punkt 6.3.18). Damit kann der tatsächliche, primärseitige Wandlerstrom angezeigt werden.

Je größer die Abweichung Effektivstrom zum Grundwellenstrom ist, umso größer ist der Anteil der Oberwellen.

5.4. Modus Soll-cosφ

Mit der Taste und kann der Ziel-Leistungsfaktor

im Bereich von 0,85 induktiv (**0.85**) bis 0,95 kapazitiv (**-0.95**) eingestellt werden. Ein Minuszeichen vor dem Leistungsfaktor bedeutet, daß dieser kapazitiv ist.

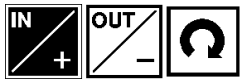
Beim gleichzeitigem Betätigen der Tasten  erfolgt für den

Soll-cosφ die Standardeinstellung **1.00**. Gespeichert wird der Wert, der beim Verlassen des Einstellmodus für den **Soll-cosφ** angezeigt wird.

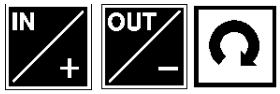
5.5. Modus Schaltzeit

Die Zeit vom Überschreiten der Hysterese bis zum Schaltvorgang wird als Schaltzeit definiert. Die Überschreitung muß während der ermittelten Schaltzeit permanent anliegen. Die Schaltzeit kann vom **ESTAmat PFC** lastabhängig ermittelt oder vom Anwender fest vorgegeben werden.

Es sind folgende feste Schaltzeiten möglich : **10** , **30** , **60** , **120** , **180** , **300** und **500** Sekunden.
Die lastabhängige Schaltzeitermittlung ist aktiviert, wenn im Display **LoAd** angezeigt wird. Die Schaltzeit kann zwischen 2 und 500 Sekunden liegen

Mit Hilfe der Taste  oder kann die gewünschte

Schaltzeit bzw. die Funktion **LoAd** ausgewählt werden.

Durch gleichzeitigen Druck auf  erfolgt die Standardeinstellung **LoAd**.

Der gewählte Wert wird mittels der Taste abgespeichert und der Menüzeiger wechselt zum nächsten Menü.

Mit Hilfe der Parameter 8 und 9 (Punkt 6.3.8 und 6.3.9) können getrennt für das Zu- und Abschalten feste Schaltzeiten eingestellt werden. Sollte dies der Fall sein, signalisiert die blinkende LED **IND** eine feste Zuschalt-Zeitvorgabe und die blinkende LED **CAP** eine feste Zeitvorgabe für das Abschalten.

5.6. Modus Ic / ΣSchaltungen , grüne Beschriftung

Dieser Modus dient zur Überprüfung der Kondensatorstufen. Wechselweise wird der Kondensatorstrom und die Anzahl der Schaltungen der angewählten Stufe dargestellt.

Mit Hilfe der Taste

oder

kann eine Stufe angewählt

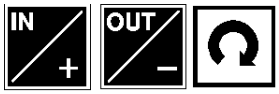
werden. Die Stufen-Leuchtdioden 1-12 zeigen, für welche Stufe die Werte dargestellt werden. Mit Hilfe der Regeltrend-LED kann unterschieden werden, welcher Wert angezeigt wird :

Ic = Strom der ausgewählten Kondensatorstufe in Ampere. Der Strom wird mit dem unter Parameter **-18-** eingestellten Stromwandlerübersetzungsverhältnis korrigiert.

ΣSchaltungen = Anzahl der Schützschaltungen der ausgewählten Kondensatorstufe. Der Punkt symbolisiert die Tausenderstelle.

Bereich der Schaltspiele	Display
0 – 9999	8.888
10.000 - 99.999	88.88
100.000 –999.999	888.8

Nach ca. 100.000 Schaltungen sind die Kondensatorschütze zu wechseln. Ein regelmäßige Kontrolle ist aber in jedem Fall angeraten.

Durch gleichzeitigen Druck auf 

kann der Schaltzähler der ausgewählten Stufe zurückgesetzt werden.

5.7. Modus Oberwellenstrom [%] , orange Beschriftung

Mit Hilfe der FFT-Analyse (**F**ast-**F**ourier-**T**ransformation) kann der **ESTAmat PFC** Oberwellenströme der 3., 5., 7., 11., 13., 17. und 19. Harmonischen ermitteln. Die Darstellung erfolgt in Prozent mit Bezug auf den Strom der Grundfrequenz. Angezeigt werden die Prozentwerte bis zur 17.Harmonischen. (**Har.: 3 5 7 11 13 17**)

Mit Hilfe der Taste

oder

kann eine Harmonische

ausgewählt werden. Mit Hilfe der Stufenanzeige wird angezeigt, welche Harmonische ausgewählt wurde.

6. Parameter: Einstellung und Anzeigen

Die Parameter können auf zwei Arten eingestellt werden:
- am Regler und
- mit einem PC über die serielle Schnittstelle des Reglers.

6.1. Parameter im Hauptmenü

Im folgenden sind die zu betätigenden Tasten als dunkel unterlegt gekennzeichnet.

Zum Beispiel: bedeutet, daß die Taste **IN** zu drücken ist. Die Anzeige **----** symbolisiert eine erkannte Tastenbedienung, weitere Tastenbedienung ist nicht mehr erforderlich.

Der Soll-Leistungsfaktor und die Schaltzeit können direkt mit Hilfe des Hauptmenüs verändert werden.

Mit Hilfe der Taste kann der entsprechende Menüpunkt angewählt werden.

Die Werte können mit der Taste verringert oder erhöht werden.

Der gewählte Wert wird mittels der Taste abgespeichert.

6.2. Parameter im Einstellmenü

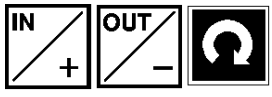
6.2.1. Einstellmenü - Aufruf

In einem speziellen Einstellmenü können 19 weitere Parameter verändert werden. Dieses Menü kann durch **<u>gleichzeitiges</u>** Betätigen der Tasten aktiviert werden.

Die Tasten müssen solange gedrückt bleiben, bis das Display nach ca. 5 Sekunden den Wert **8888** anzeigt. Anschließend wird der Parameter **-I-** und wechselweise seine derzeitige Belegung, z.B.: **AUI** dargestellt.

Die Wahl eines Parameters erfolgt mit oder .

6.2.2. Einstellmenü – Ändern der Parameter

Soll der Parameter verändert werden, ist die Taste  zu drücken. Das Display zeigt blinkend den eingestellten Wert.

Der Wert kann mit den Tasten oder verändert werden.

Der eingestellte Wert wird mittels der Taste abgespeichert.

Anschließend wird wieder wechselweise der Parameter mit dem geänderten Wert dargestellt.

6.2.3. Einstellmenü – Beenden und Abspeichern der Parameter

Mit Hilfe der Tasten oder ist die Parameternummer solange zu ändern, bis das Display **donE** anzeigt. Diese Anzeige kommt beim Wechsel der Parameternummer von **-1-** auf **-19-** oder **-19-** auf **-1-** .

Anschließend ist die Taste zu drücken. Die Anzeige **SAFE** blinkt.

Mit den Tasten oder kann nun die Anzeige zwischen **SAFE** , **rSt** und **CAn** umgeschaltet werden. Die Anzeige blinkt noch immer.

SAFE	=	Die geänderten Parameterwerte werden abgespeichert.
rSt	=	Alle Parameter werden auf ihre **RESET** - Werte zurückgesetzt.
CAn	=	Das Menü wird verlassen. Eventuelle Änderungen werden **nicht** gespeichert.

Mit der Taste ist die Auswahl zu bestätigen. Der Regler führt anschließend einen

Programmneustart durch oder kehrt, wenn keine wichtigen Parameter verändert wurden, zu dem aufrufenden Menüpunkt zurück.

Erfolgt nach Aktivierung des Einstellmenüs für eine Zeitdauer von 2 Minuten keine Tastenbedienung, wird ebenfalls, ohne Veränderung der Parameter das Menü verlassen.

6.3. Einstellmenü – Beschreibung der Parameter

Im Einstellmenü können 19 Parameter verändert werden.

Nummer	Bedeutung
-1-	Initialisierungsarten AU1, AU2 oder AU3
-2-	Meßspannungsart L-N oder L-L, nur einzustellen bei AU1
-3-	Meßspannungsanschluß, einzustellen bei AU2 und AU3
-4-	Schaltprogramm, einzustellen bei AU3
-5-	C/k-Wert, einzustellen bei AU3

-6-	Anzahl der Kondensatorstufen, einzustellen bei AU3
-7-	Wiederzuschaltzeitsperrzeit
-8-	Zuschaltzeit
-9-	Abschaltzeit
-10-	Kreis.- oder Reihenschaltung
-11-	Anzahl der Feststufen, nur bei Kreisschaltung einstellbar
-12-	Tastenbedienung verriegelt
-13-	Funktionsmodus des Alarmrelais
-14-	Stufenabschaltung freigeben
-15-	Temperaturgrenzwert
-16-	Grenzwerte für Verhältnis des Effektivstromes zum Grundwellenstrom (Ieff/Ifund)
-17-	Grenzwerte für Oberwellenstrom
-18-	Stromwandlerübersetzungsverhältnis
-19-	Wartezeit für Stufenabschaltung bei Unterstrom und Energierückspeisung, wenn die entsprechende Funktion über Parameter 14 freigeben ist.

6.3.1. Parameter -1- : Initialisierungsarten

Drei Arten der Initialisierung sind möglich:

Initart	Display
Vollautomatisch	AU1
Halbautomatisch	AU2
Manuell	AU3

Nach einem **RESET** (siehe Seite 20) ist AU1 vorgewählt.

- Vollautomatische Initialisierung AU1
  Der **ESTAmat PFC** ermittelt die Einbaulage des Stromwandlers, die Leistung und Anzahl der Kondensatorstufen und das Schaltprogramm.

- Halbautomatische Initialisierung AU2
  Der **ESTAmat PFC** ermittelt, nach Vorgabe der Stromwandlereinbaulage, die Leistung und Anzahl der Kondensatorstufen und das Schaltprogramm.

- Manuelle Initialisierung AU3
  Die Stromwandlereinbaulage, die Leistung und Anzahl der Kondensatorstufen sowie das Schaltprogramm müssen vom Anwender eingestellt werden.

6.3.2. Parameter -2- : Meßspannungsart

Mit der Meßspannungsart wird festgelegt, ob die Meßspannung zwischen Phase-Phase oder Phase – Nulleiter angeschlossen ist. Da diese Information nur für die Initialisierung AU1 von Bedeutung ist, wird dieser Parameter nur dann angezeigt, wenn AU1 ausgewählt ist.

Meßspannungsart	Display
Phase / Nulleiter	L-0
Phase / Phase	L-L

Nach einem **RESET** (siehe Seite 20) ist L-0 eingestellt.

6.3.3. Parameter -3- : Meßspannungsanschluß

Die Angabe des Meßspannungsanschlußes ist bei der halbautomatischen (= AU2) und manuellen Initialisierung (= AU3) erforderlich. Die Tabelle zeigt alle möglichen Anschlußkombinationen an den Klemmen 12 und 10 des **ESTAmat PFC**.

Anschluß der Meßspannung	Einstellwert in Abhängigkeit der Stromwandlereinbaulage		
	L1	L2	L3
L1 - N	L1-0	L3-0	L2-0
L2 - N	L2-0	L1-0	L3-0
L3 - N	L3-0	L2-0	L1-0
N - L1	0-L1	0-L3	0-L2
N - L2	0-L2	0-L1	0-L3
N - L3	0-L3	0-L2	0-L1
L1 - L2	L1L2	L3L1	L2L3
L2 - L3	L2L3	L1L2	L3L1
L3 - L1	L3L1	L2L3	L1L2
L2 - L1	L2L1	L1L3	L3L2
L3 - L2	L3L2	L2L1	L1L3
L1 - L3	L1L3	L3L2	L2L1

Nach einem **RESET** (siehe Seite 20) ist L1-0 eingestellt.

Die Bezeichnung L1-N , L2-N usw. kennzeichnen den Anschluß der Meßspannung. Der Einstellwert ist der Spalte zu entnehmen, die die korrekte Stromwandlerphase angibt.

6.3.4. Parameter -4- : Schaltprogrammart

Das Schaltprogramm ist nur bei der manuellen Initialisierung (= AU3) einzustellen. Die Zahlen geben das Verhältnis der Stufenleistungen zueinander an. Das Schaltprogramm 1:2:4:4:4 z.B. besagt, daß die Stufe 2 doppelt so groß wie Stufe 1 ist. Stufe 3 und ff. haben jeweils die vierfache Leistung der Stufe 1 (z.B.: 50kvar : 100kvar : 200kvar : 200kvar ... usw.). Die Stufen mit gleichen Leistungen werden regelungstechnisch zusammengefaßt (=Kreisstufen) und können nach dem Prinzip der Kreisschaltung geschaltet werden.

Schaltprogramm	Display
1:1:1:1:1	1111
1:1:2:2:2	1122
1:1:2:2:4	11224
1:1:2:3:3	1123
1:1:2:4:4	1124
1:1:2:4:8	11248
1:2:2:2:2	1222
1:2:3:3:3	1233
1:2:3:4:4	1234
1:2:3:6:6	1236
1:2:4:4:4	1244
1:2:4:8:8	1248

Nach einem **RESET** (siehe Seite 20) ist 1111 eingestellt.

6.3.5. Parameter -5- : C/k-Wert

Der C/k-Wert ist der Ansprechwert des Blindleistungsreglers **ESTAmat PFC**. Der Wert steht für die Blindstromansprechschwelle des Reglers in Ampere reaktiv. Überschreitet der Blindstromanteil der Last den eingestellten C/k-Wert, wird dies durch eine der beiden Regeltrend-Leuchtdioden ("**ind**" ,"**cap**")angezeigt.

Der C/k-Wert kann wie folgt berechnet werden:

$$C/k = \frac{Q}{\sqrt{3} \cdot U \cdot k_{ct}}$$

Q = Leistung der kleinsten Stufe [var]
U = Außenleiterspannung (Phase-Phase) [V]
k_{ct} = Stromwandlerübersetzungsverhältnis

Beispiel : Q=25kvar, U=400V, k_{ct}=1000:5 = 200
C/k = 25000var / (1,732 · 400V · 200) = **0,18A**

Der Einstellbereich des C/k-Wertes beträgt 0,025A bis maximal 1,5A. Der Maximalwert ist abhängig vom gewählten Schaltprogramm. Einzustellen ist der C/k-Wert nur bei der Initialisationsart AU3. Bedingt durch den minimalen ***C/k$_{min}$*-Wert** von 0,025 A und einen vorgegebenen Stromwandler-übersetzungsverhältnis, kann die kleinstmögliche Kondensatorstufe $\mathbf{Q_{min}}$ wie folgt berechnet werden

$$Q_{\min} = \sqrt{3} \cdot U \cdot k_{ct} \cdot C/k_{\min}$$

U = Außenleiterspannung (Phase-Phase) [V]
k_{ct} = Stromwandlerübersetzungsverhältnis
C/k_{min} = kleinster C/k-Wert (=0,025A)

Beispiel : U=400V, k_{ct}=1000:5A
Q_{min} = 1,732 · 400V · 200 · 0,025A = 3,46 kvar

Tabelle mit C/k-Werten für 400V:

C/k-Werte für 400 V													
Strom-wandler	kleinste Kondensatorstufe [kvar]												
	5	**10**	**12,5**	**15**	**16,7**	**20**	**25**	**30**	**40**	**50**	**60**	**100**	**150**
50:5	0,72	1,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75:5	0,48	0,96	1,20	1,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100:5	0,36	0,72	0,90	1,08	1,21	1,44	-	-	-	-	-	-	-
150:5	0,24	0,48	0,60	0,72	0,80	0,96	1,20	1,44	-	-	-	-	-
200:5	0,18	0,36	0,45	0,54	0,60	0,72	0,90	1,08	1,44	-	-	-	-
250:5	0,14	0,29	0,36	0,43	0,48	0,58	0,72	0,87	1,15	1,44	-	-	-
300:5	0,12	0,24	0,30	0,36	0,40	0,48	0,60	0,72	0,96	1,20	1,44	-	-
400:5	0,09	0,18	0,23	0,27	0,30	0,36	0,45	0,54	0,72	0,90	1,08	-	-
500:5	0,07	0,14	0,18	0,22	0,24	0,29	0,36	0,43	0,58	0,72	0,87	1,44	-
600:5	0,06	0,12	0,15	0,18	0,20	0,24	0,30	0,36	0,48	0,60	0,72	1,20	-
800:5	0,05	0,09	0,11	0,14	0,15	0,18	0,23	0,27	0,36	0,45	0,54	0,90	1,35
1000:5	0,04	0,07	0,09	0,11	0,12	0,14	0,18	0,22	0,29	0,36	0,43	0,72	1,08
2000:5	0,02	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,09	0,11	0,14	0,18	0,22	0,36	0,54
2500:5	-	0,03	0,04	0,04	0,05	0,07	0,07	0,09	0,12	0,14	0,17	0,29	0,43
3000:5	-	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,10	0,12	0,14	0,24	0,36
4000:5	-	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,07	0,09	0,11	0,18	0,27

Nach einem **RESET** (siehe Seite 20) ist **0.05** eingestellt.

6.3.6. Parameter -6- : Stufenanzahl

Mit Hilfe der LED-Stufenanzeige kann die Anzahl der angeschlossenen Stufen eingestellt werden. Der Einstellbereich beträgt 1-6 bzw.12 Stufen. Einzustellen ist die Stufenanzahl bei der Initialisationsart **AUT**. Die minimale Stufenanzahl ist durch das Schaltprogramm vorgegeben. Sollte die Anzahl der eingestellten Stufen geringer als die minimal zulässige Stufenanzahl sein, wird die Stufenanzahl entsprechend korrigiert.
Nach einem **RESET** (siehe Seite 20) ist 6 (bei PFC6) oder 12 (bei PFC12) eingestellt.

6.3.7. Parameter -7- : Wiederzuschaltsperrzeit

Die Zeit zwischen dem Abschalten einer bestimmten Stufe bis zum frühestmöglichen Zuschalten wird als Wiederzuschaltsperrzeit definiert. Diese Zeit ist erforderlich, um die nach dem Abschalten vorhandene Spannung am Kondensator auf ein vertretbares Niveau zu reduzieren. Die Wiederzuschaltsperrzeit ist entsprechend der vorhandenen Entladeeinrichtung auszuwählen. Die Zuschaltung darf erst dann erfolgen, wenn die Restspannung kleiner 10% der Betriebsspannung ist. Standardmäßig sind 20 Sekunden eingestellt.

Wiederzuschaltsperrzeit	Display
20 Sek.	**20**
60 Sek.	**60**
180 Sek.	**180**
300 Sek.	**300**

Nach einem **RESET** (siehe Seite 20) ist **20** eingestellt.

6.3.8. Parameter -8- : Zuschaltzeit

Die Zu- und Abschaltzeit kann entweder prozessorgesteuert lastabhängig oder als feste Zeitvorgabe eingestellt werden. Zu- und Abschaltzeit können darüber hinaus auch getrennt voneinander festgelegt werden. Der Einstellbereich bei der Festzeitvorgabe beträgt 2 bis 500 Sekunden. Mit der Einstellung oFF ist diese Option nicht wirksam, d.h. die Schaltzeitbestimmung erfolgt nach der Vorgabe im Hauptmenü.

Nach einem **RESET** (siehe Seite 20) ist oFF eingestellt.

6.3.9. Parameter -9- : Abschaltzeit

Wie schon in 6.3.8. erwähnt kann die Abschaltzeit unabhängig von der Zuschaltzeit eingestellt werden. Der Einstellbereich beträgt ebenfalls 2 bis 500 Sekunden. Mit der Einstellung oFF ist diese Option nicht wirksam, d.h. die Schaltzeitbestimmung erfolgt nach der Vorgabe im Hauptmenü.

Nach einem **RESET** (siehe Seite 20) ist oFF eingestellt.

6.3.10. Parameter -10- : Kreis- oder Reihenschaltung

Stufen mit gleicher Leistung können in unterschiedlicher Reihenfolge geschaltet werden. Bei der Kreisschaltung wird die Stufe zugeschaltet, die am längsten ausgeschaltet war, und die Stufe abgeschaltet, die am längsten eingeschaltet war. Der Vorteil ist eine gleichmäßige Schaltbeanspruchung und Betriebsdauer für alle Stufen. Die Reihenschaltung wird dann angewendet, wenn die Kompensation mit Filterkreisen unterschiedlicher Abstimmfrequenzen aufgebaut ist, und eine bestimmte Schaltreihenfolge einzuhalten ist.

Schaltfolge	Display
Kreisschaltung	[]
Reihenschaltung	--

Nach einem **RESET** (siehe Seite 20) ist [] eingestellt.

6.3.11. Parameter -11- : Feststufen (<u>nur bei Kreisschaltung</u>)

Eine vom Anwender vorgegebene Anzahl von Kondensatorstufen kann als Feststufen definiert werden. Diese Stufen werden beim Anlegen der Versorgungsspannung am **ESTAmat PFC** und nach Ablauf der Wiederzuschaltsperrzeit permanent zugeschaltet. Einzustellen ist die gewünschte Anzahl der Feststufen. Der **ESTAmat PFC** schaltet die entsprechende Anzahl ausgehend von der höchsten Stufennummer zu. Grundsätzlich können nur Kreisstufen als Feststufen verwendet werden. Eine Kreisstufe muß jedoch der Regelung erhalten bleiben. Bei Reihenschaltungen können keine Feststufen definiert werden. Ist die Betriebsart **MAN** eingestellt, kann dieser Parameter nicht angewählt werden.

Nach einem **RESET** (siehe Seite 20) ist oFF eingestellt.

6.3.12. Parameter -12- : Tastenbedienung verriegeln

Die Parameter des Hauptmenüpunkte (z.B.: Soll-Leistungsfaktor, Schaltzeit, usw.) und die Betriebsart **MAN** können gegen unbefugtes Verstellen geschützt werden, indem die Tastenbedienung gesperrt wird. Angezeigt wird die aktivierte Tastenbedienung mit ≡LoC.

Tastenbedienung	Display
nicht gesperrt	no
gesperrt	YES

Nach einem **RESET** (siehe Seite 20) ist no eingestellt.

6.3.13. Parameter -13- : Funktion des Alarmrelais

Das Alarmrelais ist während des normalen, fehlerfreien Betriebs angezogen. Der Kontakt ist geöffnet. Im Fehlerfall und bei Ausfall der Versorgungsspannung schließt der Kontakt. Mit Hilfe des Parameters 13 kann ausgewählt werden, auf welchen Fehler das Alarmrelais reagieren soll.

Alarmmeldungen							
≡t	≡hAr	≡IEF	≡C	≡U	≡0	≡1	Display
			X				0
						X	1
					X		2
				X			3
		X					4
	X						5
X							6
				X	X	X	7
					X	X	8
X	X	X					9
X	X	X			X		10
X	X	X	X	X	X	X	11

X = Alarmrelais reagiert auf diesen Fehler
Die einzelnen Fehler sind in der Übersichtsmatrix in Kapitel 7 beschrieben.
Nach einem **RESET** (siehe Seite 20) ist 0 eingestellt.

6.3.14. Parameter -14- : Abschalten der Kondensatorstufen bei Alarmmeldungen

Bei Vorliegen von bestimmten Alarmmeldungen können Kondensatorstufen abgeschaltet werden. Mit Hilfe des Parameters 14 kann ausgewählt werden welche Fehlermeldung eine Abschaltung veranlassen soll. Die Art der Fehlermeldung entscheidet über das Abschaltverhalten. Die Nummern **1- 3** geben die Priorität an.

1 = die Kondensatorstufen werden sofort ohne Zeitverzögerung abgeschaltet.
2 = Die Kondensatorstufen werden nach einer veränderbaren Wartezeit (Parameter 19) abgeschaltet.
3 = Es werden solange Stufen abgeschaltet, bis die Fehlermeldung nicht mehr anliegt.

Bedingt durch das Abschalten von Kondensatorstufen kann eventuell der eingestellte Leistungsfaktor nicht eingehalten werden. Es können Blindstromkosten entstehen.

Alarmmeldungen					
≡IEF	≡t	≡E	≡U	≡I	Display
					oFF
			1		1
			1	2	2
		2	1		3
	3		1		4
3			1		5
		2	1	2	6
3		2	1		7
3	3		1		8
3	3	2	1		9
3	3		1	2	10
3	3	2	1	2	11

Nach einem **RESET** (siehe Seite 20) ist 2 eingestellt.

6.3.15. Parameter -15- : Grenztemperatur

Mit Hilfe eines internen Sensors kann der **ESTAmat PFC** die Umgebungstemperatur messen. Bei Überschreitung der eingestellten Grenztemperatur wird wechselweise die Fehlermeldung ≡t und der aktuelle Leistungsfaktor angezeigt.

Hinweis : Ist für Parameter -13- (Funktion des Alarmrelais) der Wert 6 gewählt, kann mit Hilfe des Alarmrelais ein Schranklüfter geschaltet werden.

Grenztemperatur	Display
nicht aktiviert	oFF
35°	35
40°	40
45°	45
50°	50
55°	55

Nach einem **RESET** ist (siehe Seite 20) oFF eingestellt.

6.3.16. Parameter -16- : Stromfaktor Effektivstrom/Grundwellenstrom

Dieser Faktor gibt das Verhältnis des Grundwellenstromes (50Hz oder 60Hz) zum Effektivstrom an. Je höher dieser Faktor ist, um so mehr Oberwellenanteile sind vorhanden. Indirekt kann somit die Oberwellensituation beurteilt werden. Es können Faktoren zwischen 1.05 und 2.00 eingestellt werden. Die Schrittweite beträgt 0,05. Ist der Faktor überschritten, wird nach einer Wartezeit von 5 Minuten die Fehlermeldung ≡IEF erzeugt. Mit der Einstellung oFF ist diese Funktion abgeschaltet.

Nach einem **RESET** (siehe Seite 20) ist oFF eingestellt.

6.3.17. Parameter -17- : Grenzwerte für den Oberwellenstrom

Für die Oberwellenanteile der 3.; 5.; 7.; 11.; 13.; 17. und 19.Harmonische können 10 Grenzwertprofile in Prozent vorgeben werden. Wenn mindestens eine Harmonische ihren gesetzten Grenzwert für eine Dauer von 5 Minuten überschreitet, wird die Fehlermeldung ≡hAr erzeugt.

Oberwellengrenzwert in % vom Grundwellenstrom							Display
3.Har	5.Har	7.Har	11.Har	13.Har	17.Har	19.Har	
nicht aktiviert							oFF
10	10	7	5	4	3	3	1
15	15	12	8	6	5	4	2
20	20	14	9	8	6	5	3
25	25	18	11	10	7	7	4
30	30	21	14	12	9	8	5
35	35	25	16	13	10	9	6
40	40	29	18	15	12	11	7
45	45	32	20	17	13	12	8
50	50	36	23	19	15	13	9

Nach einem **RESET** (siehe Seite 20) ist oFF eingestellt.

6.3.18. Parameter -18- : Stromwandlerübersetzungsverhältnis *k*

Mit Hilfe des Parameters 18 kann das Stromwandlerübersetzungsverhältnis ***k*** eingestellt werden. Die angezeigten Stromwerte und C/k-Werte werden entsprechend mit dem eingestellten Faktor multipliziert. Es können Faktoren zwischen 1 und 8000 ausgewählt werden. Dies ist in allen Initialisierungsarten möglich.

Nach einem **RESET** (siehe Seite 20) ist 1 eingestellt.

6.3.19. Parameter -19- : Wartezeit für Stufenabschaltung bei ≡I und ≡E

Bei Auftreten der Fehlermeldung Unterstrom ≡I und Energierückspeisung ≡E können, nach Ablauf der hier eingestellten Wartezeit, Kondensatorstufen abgeschaltet werden. Die Abschaltfunktion muß mit Parameter 14 freigegeben sein. Einstellbar sind Wartezeiten zwischen 30 und 500 Sekunden. Schrittweite: 10 Sekunden (Bereich 30 – 200), 20 Sekunden (Bereich 200 – 300) und 50 Sekunden (Bereich 300 – 500).

Nach einem **RESET** (siehe Seite 20) ist 500 eingestellt.

7. Fehlerbehebung

7.1. Betriebs- und Fehlermeldungen

Symbol	Bedeutung	Beschreibung	Reaktion des ESTAmat PFC	Abhilfe
≡I	Stromausfall	Der Meßstrom ist kleiner als 25 mA.	Stufen schalten nach einer einstellbaren Zeit ab, wenn die Funktion aktiviert ist.	- Meßstrom zu niedrig, eventuell Stromwandler zu groß. - Leitung zum Stromwandler unterbrochen. - Bei Eigenstromerzeugung kann der Wandlerstrom auf Null gehen, wenn Eigenbedarf und Generatorleistung etwa gleich sind und der Soll-Leistungsfaktor auf 1,00 eingestellt ist.
≡O	Überstrom	Der Meßstrom ist größer als 5,3 A.	keine	- Meßstrom ist größer als 5,3 A weil der Stromwandler zu klein ist.
≡C	Unterkompensation	Der Ist-Leistungsfaktor ist permanent für mindestens 15 Minuten kleiner als 0,9 induktiv.	keine	- Die Kompensationsleistung ist zu klein und der eingestellte Soll-Leistungsfaktor wird nicht erreicht. - Die Kondensatoren nehmen keinen Strom auf, weil die NH-Sicherungen evtl. defekt oder die Schütze nicht angeschlossen sind.
≡U	Meßspannungs-fehler	Die Meßspannung fehlt.	Stufen schalten ohne Zeitverzögerung ab, wenn aktiviert	- Eventuell sind die Sicherungen defekt.
≡t	Übertemperatur	Die Umgebungstemperatur hat den eingestellten Grenzwert überschritten.	Stufen schalten nach einer Zeit ab, wenn die Funktion aktiviert ist.	- Die Schrankinnentemperatur ist zu hoch. - Schrankbelüftung überprüfen. - Verschmutzung der Lüftungsfiltermatten kontrollieren. - Überlastung der Kondensatoren oder Drosseln durch Oberwellenströme.
-1- bis -5-	Fortschritt von AU1	Die Zahlen 1 bis 5 zeigen den Fortschritt von AU1 an. Wenn die Zahl 5 erreicht wird, ist AU1 abgeschlossen.	keine	- **Keine Fehlermeldung !** - Wenn die Zahlen 1 bis 4 und ≡AU1 in wechselnder Reihenfolge erscheinen, versucht der Regler unter schwierigen Lastverhältnissen zu initialisieren. Es empfiehlt sich jedoch bei solchen Lastverhältnissen auf AU2 zu wechseln.
2.1 bis 2.3	Fortschritt von AU2	Die Zahlen 2.1 bis 2.3 zeigen den Fortschritt von AU2 an	keine	- **Keine Fehlermeldung !**

Symbol	Bedeutung	Beschreibung	Reaktion des ESTAmat PFC	Abhilfe
≡AU1	Fehler bei Initialisierung AU1	AU1 konnte nicht fehlerfrei durchgeführt werden.	Es werden 5 Versuche durchgeführt	- Aufgrund zu schneller Lastwechsel kann der Regler die Stromwandlereinbaulage nicht zweifelsfrei bestimmen.
≡AU2	Fehler bei Initialisierung AU2	AU2 konnte nicht fehlerfrei durchgeführt werden.	Es werden 5 Versuche durchgeführt.	- Aufgrund zu schneller Lastwechsel kann der Regler die Leistung der Kondensatorstufen nicht zweifelsfrei bestimmen. Eventuell AU3 einstellen
SLE	Wartemodus SLEEP	AU1 oder AU2 sind 5 mal in Folge aufgetreten. Erst bei grundlegender Laständerung wird dieser Zustand verlassen.	keine	- Aufgrund der momentanen Lastverhältnisse ist eine automatische Initialisierung nicht möglich. Nach Änderungen der Netzverhältnisse versucht der Regler erneut eine Initialisierung durchzuführen.
≡E	Energierück-speisung	Die Meldung kommt, wenn bei Energierückspeisung Stufen abgeschaltet werden sollen.	Stufen schalten nach einer einstellbaren Zeit ab, wenn aktiviert.	- **Keine Fehlfunktion !**
≡IEF	Stromeffektivwert	Das Verhältnis Effektivwert zum Grundwellenwert des Stromes hat einen vorgegebenen Grenzwert überschritten.	Stufen werden nach 5 Minuten schrittweise abgeschaltet, wenn aktiviert.	- Bedingt durch Oberwellenströme kann der Effektivstrom vom Grundwellenstrom deutlich abweichen. Der erhöhte Oberwellenstrom kann die Kondensatoren überlasten. Mit Hilfe von Stufenab-schaltung können gefährliche Resonanzlagen vorüber-gehend verhindert werden. **Es sollte jedoch die Ober-wellensituation grundsätzlich überprüft werden.**
≡hAr	Oberwellenstrom	Ein vorgegebener Prozentwert einer Harmonischen wurde überschritten.	keine	- Einzelne Oberwellen haben das Grenzwertprofil überschritten. **Es ist die Oberwellensituation zu überprüfen.**
≡PAr	Parameter überprüfen	Bei der Erstinbetriebnahme in AU3 müssen Parameter -4- und –5- überprüft werden.	Nach zwei Sekunden wechselt der Regler in das Einsstellmenü des Parameters –4-	- keine Fehlfunktion !

Symbol	Bedeutung	Beschreibung	Reaktion des ESTAmat PFC	Abhilfe
≡coS	Stufenabschaltung ist aktiv	Aufgrund der Fehlermeldung ≡IEF oder ≡t wurde die Stufenabschaltung aktiviert.	Stufen werden nach 5 Minuten schrittweise abgeschaltet. **Achtung: der Regler reduziert dazu den Soll-cosφ**	- siehe hierzu bei ≡IEF oder ≡t
≡LoC	Tastenbedienung verriegelt	Die Tastenbedienung wurde mit Parameter 12 verriegelt	keine	- keine Fehlfunktion, siehe 6.3.12
dAEr	Datenspeicher defekt	Bei der Überprüfung des internen Speichers ist ein Fehler aufgetreten.	Regler defekt	- Regler zur Reparatur einschicken.
EPr	Speicher defekt	Bei der Überprüfung des Programmspeichers ist ein Fehler aufgetreten.	Regler defekt	- Regler zur Reparatur einschicken.

7.2.Allgemeine Fehler

Fehlerbild	Ursache
Display ist dunkel	- Betriebsspannung fehlt - Gerätesicherung ist defekt. Eventuell wurde eine überhöhte Betriebsspannung angelegt
Regler schaltet nicht, Ist-cosφ wird angezeigt und LED '**AUTO**' blinkt	- Der Regler ist auf '**MAN**' geschaltet, mit Taste Ω in den Automatikbetrieb umschalten.
Regler pendelt	- C/k- Wert ist zu niedrig. (nur bei **AU3** - Einstellung)
Der Regler zeigt einen kapazitiven Leistungsfaktor, obwohl ind. Last vorhanden ist und keine Stufen eingeschaltet sind.	- Stromwandleranschluß **k/l (S1/S2)** vertauscht. (nur bei **AU3** - Einstellung)
Der eingestellte Soll-Leistungsfaktor wird erreicht, entspricht aber nicht dem tatsächlichen Anlagenleistungsfaktor	- Die Einstellung des Meßspannungsanschlußes bei **AU2** oder **AU3** ist falsch.
Der angezeigte Strom entspricht nicht dem tatsächlichen Strom	- Die an den Summenstromwandler angeschlossenen Stromwandler sind nicht richtig 'gepolt'. Klemmen **k/l (S1/S2)** sind vertauscht, d.h. die Ströme werden nicht addiert sondern subtrahiert. - Der Strommeßpfad des Reglers ist mit anderen Meßinstrumenten parallel geschaltet, richtig wäre die Strommeßpfade in Serie zu schalten. - Das Stromwandlerübersetzungsverhältnis k (Parameter 18) wurde falsch eingestellt.
Der Regler startet nach dem Einschalten mit **AU2** und regelt nach deren Abschluß fehlerhaft	- Der Regler ist auf **AU1** eingestellt und verwendet falsch gespeicherte Daten. Eventuell wurde der Regler vorher in einer anderen Anlage eingesetzt, die Verdrahtung der Meßanschlüsse geändert oder es ist ein Fehler bei **AU1** aufgetreten. - Über Einstellmenue 6.0 und 6.3 ist die Initialisationsart neu anzuwählen.

8. Technische Daten

8.1. Meßkreis

Meßspannungsbereich	:	58 V - 690 V, stufenlos
Meßstrombereich	:	25 mA – 5A
Meßfrequenz	:	50 Hz (60 Hz auf Wunsch)
Meßeingangsfilter	:	Jeder Meßkreis ist mit einem Bandpaßfilter ausgestattet.
Meßspannungsanschluß	:	Ph-Ph oder Ph-N
Meßstrom-Leistungsaufnahme:		max. 1 VA
Galvanische Trennung	:	potentialfreier Anschluß bei beiden Meßkreisen
Meßstrom-Dauerüberlastung	:	maximal 20 %
Stromwandler	:	x/5 A oder x/1 A, Klasse 1
Meßfehler U-I	:	1%
Meßfehler Oberwellenstrom	:	<10%

8.2. Steuerkreis

Stufenzahl	:	6 oder 12 Stufen
Schaltzeit	:	blindlastabhängig (2-500 Sekunden) oder einstellbar auf 10, 30, 60, 120, 180, 300, 500 Sekunden
Wiederzuschaltsperrzeit	:	einstellbar auf 20, 60, 180 und 300 Sekunden
Relaiskontaktbelastbarkeit	:	5A/ 265 VAC, der Kontakt ist mit einem Entstörkondensator 47nF überbrückt.

8.3. Überwachung

Watchdog	:	Überwachung der korrekten Prozessorfunktion
Temperatur	:	Überwachung der Umgebungstemperatur
Alarmrelais	:	kann mit verschiedenen Alarmfunktionen belegt werden
Display	:	Symboldarstellung der verschieden Fehlerarten
Oberwellenstrom	:	Alarmmeldung
Nullspannungsauslösung	:	Bei Unterbrechung der Versorgungsspannung werden alle Kondensatorstufen unverzüglich abgeschaltet. Die Zuschaltung ist erst wieder nach Ablauf der Wiederzuschaltsperrzeit möglich.

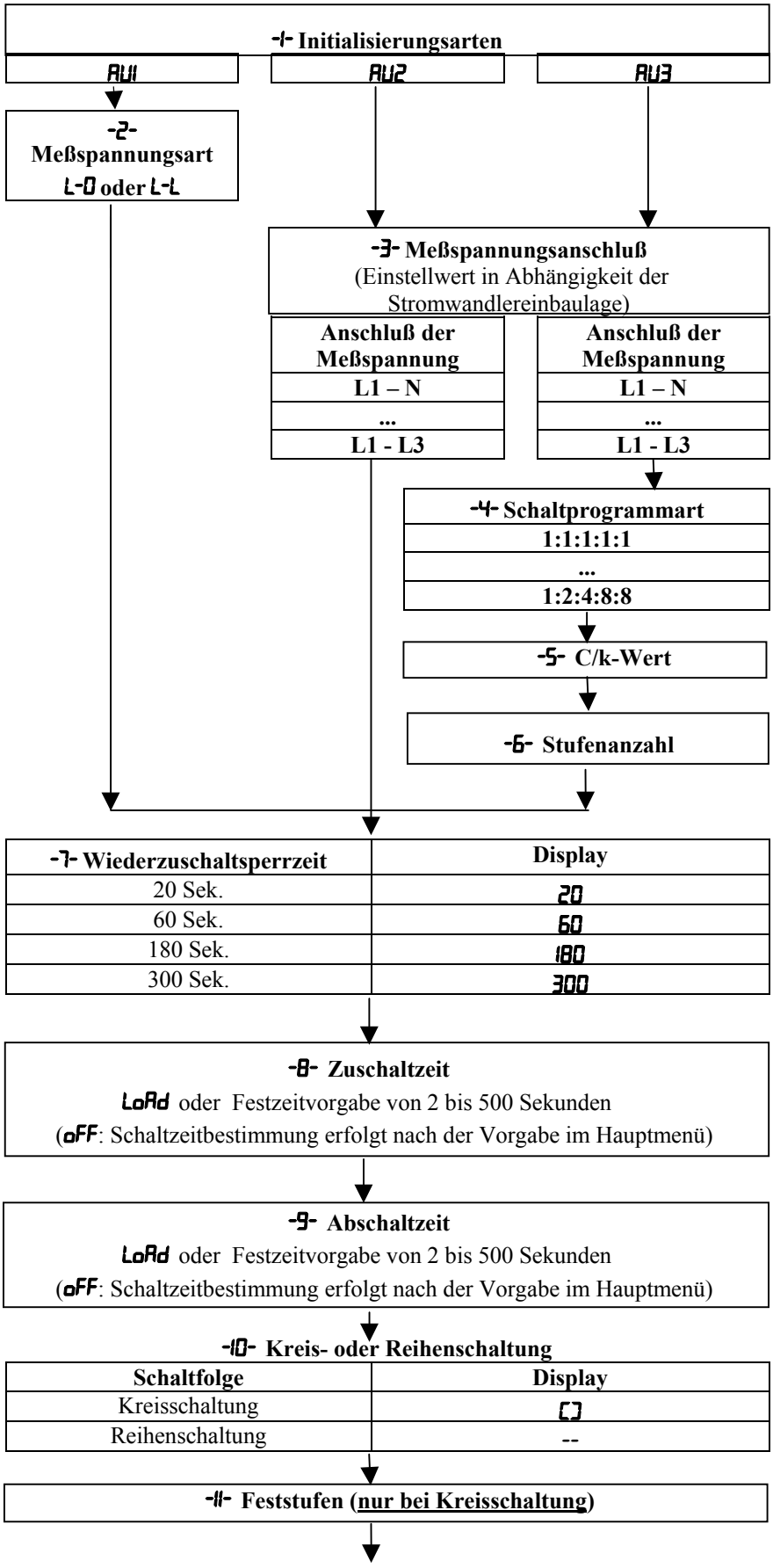
8.4. Geräteanschlußwerte

Betriebsspannung	:	230 VAC ±15 %, 50 Hz (60 Hz und/oder 120 VAC auf Wunsch)
Leistungsaufnahme	:	max. 8W
Gerätesicherung	:	100 mA tr. 5 x 20 mm, im Gerät
Anschluß	:	über 20-polige (PFC12: zusätzlich eine 6polige) Steckerleisten max. 2,5mm² starr oder flexibles Kabel
Schnittstelle	:	RS232, 3polige Steckerleiste

8.5. Mechanischer Aufbau

Frontplatte	:	142 x 142 mm
Schalttafelausschnitt	:	138 x 138 mm
Einbautiefe	:	ca. 70mm
Gewicht	:	max. 0,65 kg (PFC12)
Ausführung	:	nach EN 50178, Schutzklasse II und EN 61010-1 EN50081-2, EN61000-6-2 CE
Schutzart	:	IP 40 mit montierter Steckerleiste (Auf Anfrage IP 55 von vorne im eingebauten Zustand mittels abschließbarem Vollsichtfenster)
Betriebs- und Umgebungstemperatur	:	-25°C bis +60°C
Einbaulage	:	beliebig

9. Fluss Diagramm: Parameter im Einstellmenü



-12- Tastenbedienung verriegeln (≡LoC)

Tastenbedienung	Display
nicht gesperrt	no
gesperrt	YES

-13- Funktion des Alarmrelais

Alarmmeldungen							
≡t	≡hAr	≡IEF	≡C	≡U	≡0	≡I	Display
			X				0
						X	1
					X		2
				X			3
		X					4
	X						5
X							6
				X	X	X	7
					X	X	8
X	X	X					9
X	X	X			X		10
X	X	X	X	X	X	X	11

-14- Abschalten der Kondensatorstufen bei Alarmmeldungen

1 = die Kondensatorstufen werden sofort ohne Zeitverzögerung abgeschaltet.

2 = die Kondensatorstufen werden nach einer veränderbaren Wartezeit abgeschaltet (Parameter **-19-**)

3 = Es werden solange Stufen abgeschaltet, bis die Fehlermeldung nicht mehr anliegt.

Tabelle zur Zuordnung der Alarmmeldungen / des Abschaltverhaltens, siehe Kapitel 6.3.14.

-15- Grenztemperatur

Grenztemperatur	Display
nicht aktiviert	oFF
35°	35
40°	40
45°	45
50°	50
55°	55

-16- Stromfaktor Effektivstrom/Grundwellenstrom

Faktoren zwischen **1.05** und **2.00** können eingestellt werden. Schrittweite von 0,05.

-17- Grenzwerte für den Oberwellenstrom

Oberwellengrenzwert in % vom Grundwellenstrom							
3te	5te	7te	11te	13te	17te	19te	Display

-18- Stromwandlerübersetzungsverhältnis *k*

Faktoren zwischen **1** und **8000** können ausgewählt werden.

-19- Wartezeit bei Stufenabschaltung bei ≡I und ≡E

Die Abschaltfunktion muß mit Parameter **-14-** freigegeben sein.

Einstellbar sind Wartezeiten von **30** bis **500** Sekunden.